

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 759 558**

51 Int. Cl.:

H04B 7/185 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.04.2015 PCT/US2015/028012**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.11.2015 WO15168138**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.04.2015 E 15721497 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.08.2019 EP 3138214**

54 Título: **Reorganización sin impacto de un conmutador alojado en un satélite a través de la sincronización propagada**

30 Prioridad:

30.04.2014 US 201414265392

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

11.05.2020

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)
100 North Riverside Plaza
Chicago, IL 60606-1596, US**

72 Inventor/es:

**SCOTT, JAMES, P.;
HOFFMEYER, MARK, A.;
NICHOLS, HARRY, E. y
MILLER, KRISTINA**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 759 558 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Reorganización sin impacto de un conmutador alojado en un satélite a través de la sincronización propagada

Campo tecnológico

5 La presente divulgación se relaciona en general con sistemas de comunicaciones por satélite y, en particular, con el procesamiento de datos por un transpondedor en un satélite de un sistema de comunicaciones por satélite.

Antecedentes

10 Los satélites se usan en una variedad de diversos campos tales como navegación, comunicación, monitorización ambiental, pronóstico del tiempo, radiodifusión y similares. Diversos hogares, empresas, organizaciones gubernamentales y otros usuarios pueden usar satélites a diario para entretenimiento, comunicación, recopilación de información y otros fines. Cientos de satélites artificiales ahora orbitan la tierra, y se lanzan más cada año.

15 Un satélite moderno típico puede incluir un marco de metal o compuesto que lleva una o más antenas, una fuente de energía tal como celdas solares y diversos componentes electrónicos. Los componentes electrónicos en un satélite pueden incluir uno o más transpondedores. Los transpondedores pueden ser grupos de componentes electrónicos que incluyen uno o más receptores, traductores de frecuencia y transmisores. Cada transpondedor puede configurarse para un ancho de banda particular. El ancho de banda total del satélite puede ser proporcionado por el número de transpondedores.

20 Los transpondedores en un satélite de comunicaciones pueden configurarse para recibir múltiples haces de enlace ascendente de la tierra, otro satélite u otras ubicaciones estacionarias o móviles a través de antenas de enlace ascendente. Cada uno de los haces recibidos puede amplificarse y reducirse para su posterior procesamiento por los transpondedores. Los haces reducidos se pueden conmutar, multiplexar o de otro modo enrutar y combinar antes de la amplificación y la retransmisión en un haz de enlace descendente a la tierra, otro satélite u otra ubicación estacionaria o móvil a través de una antena de enlace descendente.

25 Los transpondedores en un satélite de comunicaciones pueden ser analógicos o digitales. Para los transpondedores analógicos, la conmutación puede limitarse al mapeo punto a punto de haces de antena de enlace ascendente completos a haces de antena de enlace descendente particulares. Un transpondedor digital en un satélite de comunicaciones puede proporcionar la funcionalidad del transpondedor mediante el procesamiento de señal digital. Se puede configurar un transpondedor digital para dividir, controlar y monitorizar anchos de banda y asignaciones de potencia para señales de comunicaciones a bordo del satélite de una manera tal que no se puede lograr con un transpondedor analógico.

30 Un transpondedor digital puede tener la capacidad de realizar la conmutación de entradas a salidas de una manera altamente flexible. Diversos transpondedores emplean un conmutador que incluye una red de conmutación de etapa múltiple, tal como una red de conmutación Clos con etapa múltiple de conmutadores a través de los cuales se pueden hacer rutas o conexiones entre entradas y salidas. Y algunas de estas redes de conmutadores de etapa múltiple se pueden reorganizar sin bloqueo (RANB) en el sentido de que una entrada inactiva siempre se puede conectar a una salida inactiva sin interrumpir otras conexiones existentes entre entradas y salidas (sin bloqueo) y a través de una o más etapas de conmutadores entre ellos, pero hacerlo puede requerir reorganizar una o más conexiones existentes (reorganizables).

40 En los casos en los cuales se reorganiza una conexión a través de una red de conmutación de etapa múltiple, a menudo es deseable, si no se requiere, que el proceso de reorganización de la conexión no cause ninguna interrupción (pérdida de datos, "sin impacto") en el tráfico a través de la conexión. Las redes convencionales logran esto estableciendo una conexión redundante entre la entrada y la salida de la conexión (hacer - antes de - romper), pero esto aumenta de manera indeseable la complejidad del algoritmo de acuerdo con el cual se controlan la red y las conexiones a través de la red. Y construir en una tolerancia para conexiones redundantes reduce indeseablemente la capacidad de la red de conmutación.

45 Por consiguiente, sería beneficioso tener un método y un aparato que tengan en cuenta uno o más de los problemas discutidos anteriormente, así como posiblemente otros problemas.

El documento WO 2004/073229 A2 describe una carga útil digital para el procesamiento de un espectro de subbandas recibido en un haz de enlace ascendente en un satélite de comunicaciones que incluye un canalizador digital, una matriz de conmutación digital y un combinador digital.

50 El documento de los Estados Unidos US 2004/095025 describe un conmutador que recibe información del usuario a través de una pluralidad de circuitos empaquetadores, que agrupan la información del usuario en marcos. Los marcos se alimentan a una estructura de conmutación que incluye una matriz de elementos de conmutación, cada una de las cuales tiene una matriz de conmutación para enrutar cada marco a una salida deseada de acuerdo con los datos de configuración almacenados en una primera tabla acoplada a la matriz de conmutación. Si se desean diferentes salidas, es decir, la matriz del conmutador se debe reconfigurar, un circuito de control del conmutador suministra datos de configuración del conmutador adicionales a los marcos a través de las entradas junto con información adicional del

usuario que se enrutará a través del conmutador. A la vez que los datos adicionales de configuración del conmutador se almacenan en una segunda tabla, el flujo de datos permanece ininterrumpido a través de la matriz del conmutador. Sin embargo, una vez que se completa el almacenamiento de los datos de configuración adicionales en la segunda tabla, el circuito de control del conmutador inserta una señal de selección de tabla en los marcos, para así acoplar la segunda tabla al conmutador de modo que la matriz del conmutador se configure de acuerdo con los datos de configuración del conmutador adicionales. Los marcos posteriores se enrutan a través de la matriz de conmutación reconfigurada. Las tablas primera y segunda pueden actualizarse y acoplarse alternativamente a la matriz del conmutador para reconfigurar adecuadamente el conmutador sin afectar las conexiones existentes establecidas a través del conmutador. Por lo tanto, se logra el “cambio sin impacto”.

5

10 Breve resumen

Las implementaciones de ejemplo de la presente divulgación están en general dirigidas a una técnica mejorada para la reorganización de un conmutador alojado en un satélite sin ninguna pérdida de tráfico por la conexión (sin impacto), y sin requerir una conexión redundante. La técnica de las implementaciones de ejemplo a veces se puede denominar sincronización propagada. Por lo tanto, se puede decir que implementaciones de ejemplo a veces proporcionan una reorganización sin impacto de un conmutador alojado en un satélite a través de sincronización propagada.

15

20 De acuerdo con un aspecto de implementaciones de ejemplo de la presente divulgación, se proporciona un aparato que incluye un extremo frontal analógico (AFE), un convertidor analógico-digital (ADC), un canalizador digital, un combinador digital y un conmutador digital, y en algunos ejemplos puede configurarse como una carga útil de un satélite de comunicaciones. El AFE está configurado para recibir una entrada analógica que incluye datos de usuario, y el ADC está configurado para convertir la entrada analógica en señales digitales que incluyen los datos de usuario. El canalizador digital está configurado para procesar las señales digitales para generar una pluralidad de segmentos de frecuencia de datos de usuario, y el combinador digital está configurado para ensamblar la pluralidad de segmentos de frecuencia para formar subbandas de salida de datos de usuario. Y el conmutador digital incluye una red de conmutación de etapa múltiple configurada para enrutar la pluralidad de segmentos de frecuencia a partir del canalizador digital al combinador digital de acuerdo con un mapa seleccionado de una pluralidad de mapas disponibles.

25

30 De acuerdo con este aspecto de implementaciones de ejemplo, el aparato también incluye un selector de mapa configurado para comunicar datos de selección de mapa que indican el mapa seleccionado. El canalizador digital, entonces, está configurado para recibir e insertar los datos de selección de mapa en la pluralidad de segmentos de frecuencia en banda con los datos de usuario del mismo. Y la red de conmutación de etapa múltiple está configurada para interpretar los datos de selección de mapa insertados y enrutar la pluralidad de segmentos de frecuencia a través de la red de conmutación de etapa múltiple de acuerdo con el mapa seleccionado.

35 El selector de mapas incluye una pluralidad de lógica redundante configurada para recibir una señal de entrada y salida de los datos de selección de mapa respectivos, y la lógica de votación configurada para recibir los datos de selección de mapa respectivos y emitir los datos de selección de mapa consistentes con la mayoría de los datos de selección de mapa respectivos.

40 En algunos ejemplos, el aparato incluye además una memoria de configuración configurada para almacenar la pluralidad de mapas disponibles, y la cual puede ser tolerante a fallas. En estos ejemplos, la memoria de configuración (por ejemplo, la memoria de configuración tolerante a fallas) puede configurarse para recibir los datos de selección de mapa a partir del selector de mapa y, en respuesta al mismo, comunicar los datos de mapa, que incluye el mapa seleccionado para su recepción por la red de conmutación de etapa múltiple.

45 En algunos ejemplos, el canalizador digital puede incluir lógica de corte de frecuencia y un empaquetador. La lógica de corte de frecuencia puede configurarse para generar la pluralidad de segmentos de frecuencia de datos de usuario. El empaquetador puede configurarse para empaquetar la pluralidad de segmentos de frecuencia de datos de usuario con una estructura de marco particular para producir un marco de datos de usuario. Y el empaquetador puede configurarse para recibir e insertar los datos de selección de mapa en el marco en banda con los datos de usuario del mismo.

50 En algunos ejemplos adicionales, la red de conmutación de etapa múltiple incluye grupos de conmutadores dispuestos en una pluralidad de etapas. En estos ejemplos adicionales, cada conmutador de los grupos de conmutadores puede incluir un desempaquetador, un conmutador de barra transversal, una lógica de selección de mapa y empaquetador. El desempaquetador puede configurarse para extraer los datos de selección de mapa del marco de datos de usuario, y desempaquetar el marco para producir una segunda pluralidad de segmentos de frecuencia de datos de usuario. El conmutador de barra transversal puede configurarse para recibir la segunda pluralidad de segmentos de frecuencia del desempaquetador, y enrutar la segunda pluralidad de segmentos de frecuencia a través del mismo. La lógica de selección de mapa puede configurarse para recibir los datos de selección de mapa del desempaquetador, y hacer que el conmutador de barra transversal enrute la segunda pluralidad de segmentos de frecuencia de acuerdo con el mapa seleccionado indicado por los datos de selección de mapa. Y el empaquetador puede configurarse para empaquetar la segunda pluralidad de segmentos de frecuencia enrutados a través del conmutador de barra transversal con una estructura de marco particular para producir un segundo marco de datos de usuario. De manera similar al

empaquetador del canalizador digital, este empaquetador también puede configurarse para recibir e insertar los datos de selección de mapa en el segundo marco en banda con los datos de usuario del mismo.

5 En algunos ejemplos, cada conmutador de los grupos de conmutadores puede incluir memorias de almacenamiento intermedia primera y segunda, y la cual de forma similar a la memoria de configuración puede ser tolerante a fallas. La primera memoria de almacenamiento intermedia (por ejemplo, la primera memoria de almacenamiento intermedia tolerante a fallas) puede configurarse para almacenar el mapa seleccionado, y la segunda memoria de almacenamiento intermedia (por ejemplo, la segunda memoria de almacenamiento intermedia tolerante a fallas) puede configurarse para almacenar otro mapa seleccionado de la pluralidad de mapas disponibles, el cual puede almacenarse en la segunda memoria de almacenamiento intermedia ya que la pluralidad de segmentos de frecuencia se enruta a través de la red de conmutación de etapa múltiple de acuerdo con el mapa seleccionado almacenado en la primera memoria de almacenamiento intermedia. La red de conmutación de etapa múltiple, entonces, puede configurarse para enrutar una pluralidad subsiguiente de segmentos de frecuencia de otros datos de usuario de acuerdo con el otro mapa seleccionado almacenado en la segunda memoria de almacenamiento intermedia. Aquí, el canalizador digital puede haber insertado datos de selección de mapa que indican el otro mapa seleccionado en la pluralidad subsiguiente de segmentos de frecuencia en banda con los otros datos de usuario del mismo.

10 En algunos ejemplos, el aparato puede incluir además un convertidor digital a analógico (DAC) configurado para convertir las subbandas de salida en una salida analógica que incluye los datos de usuario, y un extremo posterior analógico (ABE) configurado para transmitir la salida analógica. En algunos ejemplos adicionales, el AFE puede configurarse para recibir la entrada analógica que incluye una primera pluralidad de anchos de banda y una primera pluralidad de frecuencias de interfaz, y el ABE puede configurarse para transmitir la salida analógica que incluye una segunda pluralidad de anchos de banda y una segunda pluralidad de frecuencias de interfaz. En algunos ejemplos, el aparato está configurado como una carga útil de un satélite de comunicaciones.

15 Un método que comprende recibir una entrada analógica que incluye datos de usuario; convertir la entrada analógica en señales digitales, incluidos los datos de usuario; procesar las señales digitales para generar una pluralidad de segmentos de frecuencia de datos de usuario; ensamblar la pluralidad de segmentos de frecuencia para formar subbandas de salida de datos de usuario; enrutar la pluralidad de segmentos de frecuencia a través de un conmutador digital que incluye una red de conmutación de etapa múltiple entre el procesamiento de las señales digitales y el ensamblaje de la pluralidad de segmentos de frecuencia, la pluralidad de segmentos de frecuencia se enruta a través de la red de conmutación de etapa múltiple de acuerdo con un mapa seleccionado de una pluralidad de mapas disponibles; y comunicar datos de selección de mapa que indican el mapa seleccionado, en donde el procesamiento de las señales digitales incluye recibir e insertar los datos de selección de mapa en la pluralidad de segmentos de frecuencia en banda con los datos de usuario del mismo, y enrutar la pluralidad de segmentos de frecuencia incluye interpretar los datos seleccionados de mapa insertados y enrutar la pluralidad de segmentos de frecuencia a través de la red de conmutación de etapa múltiple de acuerdo con el mapa seleccionado.

20 El método en donde la comunicación de datos de selección de mapa incluye recibir una señal de entrada en una pluralidad de lógica redundante y emitir datos de selección de mapa respectivos a partir de la misma; y al recibir los datos de selección de mapa respectivos en la lógica de votación y emitirlos, los datos de selección de mapa son consistentes con la mayoría de los datos de selección de mapa respectivos. El método comprende además almacenar la pluralidad de mapas disponibles en una memoria de configuración; y recibir los datos de selección de mapa en la memoria de configuración, y en respuesta a ello, comunicar datos de mapa que incluyen el mapa seleccionado para su recepción por la red de conmutación de etapa múltiple. El método en donde el procesamiento de las señales digitales incluye generar la pluralidad de segmentos de frecuencia de datos de usuario; y empaquetar la pluralidad de segmentos de frecuencia de datos de usuario con una estructura de marco particular para producir un marco de datos de usuario, que incluye recibir e insertar los datos de selección de mapa en el marco en banda con los datos de usuario del mismo.

25 El método en donde la red de conmutación de etapa múltiple incluye grupos de conmutadores dispuestos en una pluralidad de etapas, y para cada conmutador de los grupos de conmutadores, el enrutamiento de la pluralidad de segmentos de frecuencia incluye extraer los datos de selección de mapa del marco de datos de usuario y desempaquetar el marco para producir una segunda pluralidad de segmentos de frecuencia de datos de usuario; enrutar la segunda pluralidad de segmentos de frecuencia a través de un conmutador de barra transversal; hacer que el conmutador de barra transversal enrute la segunda pluralidad de segmentos de frecuencia de acuerdo con el mapa seleccionado indicado por los datos de selección de mapa; y empaquetar la segunda pluralidad de segmentos de frecuencia enrutados a través del conmutador de barra transversal con una estructura de marco particular para producir un segundo marco de datos de usuario, que incluye recibir e insertar los datos de selección de mapa en el segundo marco en banda con los datos de usuario del mismo.

30 El método en donde la red de conmutación de etapa múltiple incluye grupos de conmutadores dispuestos en una pluralidad de etapas, y para cada conmutador de los grupos de conmutadores, el enrutamiento de la pluralidad de segmentos de frecuencia incluye almacenar el mapa seleccionado en una primera memoria de almacenamiento intermedia; y almacenar otro mapa seleccionado de la pluralidad de mapas disponibles en una segunda memoria de almacenamiento intermedia, el otro mapa seleccionado se almacena en la segunda memoria de almacenamiento intermedia a la vez que la pluralidad de segmentos de frecuencia se enruta a través de la red de conmutación de etapa

5 múltiple de acuerdo con el mapa seleccionado almacenado en la primera memoria de almacenamiento intermedia, en donde el método incluye además enrutar una pluralidad subsiguiente de segmentos de frecuencia de otros datos de usuario a través de la red de conmutación de etapa múltiple de acuerdo con el otro mapa seleccionado almacenado en la segunda memoria de almacenamiento intermedia, los datos de selección de mapa que indican que el otro mapa seleccionado tiene insertado en la pluralidad subsiguiente de segmentos de frecuencia en banda con los otros datos de usuario del mismo.

10 El método realizado por un aparato configurado como una carga útil de un satélite de comunicaciones. El método comprende además convertir las subbandas de salida en una salida analógica que incluye los datos de usuario; y transmitir la salida analógica. El método en donde recibir la entrada analógica incluye recibir la entrada analógica que incluye una primera pluralidad de anchos de banda y una primera pluralidad de frecuencias de interfaz, y en donde transmitir la salida analógica incluye transmitir la salida analógica que incluye una segunda pluralidad de anchos de banda y una segunda pluralidad de frecuencias de interfaz.

15 En otros aspectos de implementaciones de ejemplo, se proporciona un método. Las características, funciones y ventajas discutidas en este documento pueden lograrse independientemente en diversas implementaciones de ejemplo o pueden combinarse en aún otras implementaciones de ejemplo adicionales, de las cuales pueden verse detalles adicionales con referencia a la siguiente descripción y dibujos.

Breve descripción de los dibujos

Después de haber descrito implementaciones de ejemplo de la divulgación en términos generales, ahora se hará referencia a los dibujos adjuntos, que no están necesariamente dibujados a escala, y en donde:

20 La Figura 1 ilustra un sistema de comunicaciones por satélite de acuerdo con implementaciones de ejemplo de la presente divulgación;

La Figura 2 ilustra un transpondedor que se puede encontrar a bordo de un satélite de un sistema de comunicaciones por satélite, de acuerdo con implementaciones de ejemplo;

25 Las Figuras 3 y 4 ilustran disposiciones que en algunas implementaciones de ejemplo, pueden corresponder a diversos componentes del transpondedor que se muestran en la Figura 2; y

La Figura 5 ilustra un diagrama de flujo que incluye diversas operaciones en un método de acuerdo con aspectos de implementaciones de ejemplo.

Descripción detallada

30 Algunas implementaciones de la presente divulgación se describirán ahora más detalladamente a continuación con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales se muestran algunas, pero no todas las implementaciones de la divulgación. De hecho, diversas implementaciones de la divulgación pueden realizarse de diversas formas diferentes y no deben interpretarse como limitadas a las implementaciones definidas en este documento; más bien, estas implementaciones de ejemplo se proporcionan para que esta divulgación sea exhaustiva y completa, y transmitirá completamente el alcance de la divulgación a los expertos en la técnica. Los números de referencia iguales se refieren a elementos similares en todas partes.

35 Las implementaciones de ejemplo de la presente divulgación están dirigidas al procesamiento de datos por un transpondedor en un satélite. Como se describe en este documento, el término "satélite" puede usarse sin pérdida de generalidad e incluye otros tipos de aparatos de retransmisión y distribución, los cuales en diversos ejemplos pueden ubicarse en tierra o a bordo de una plataforma móvil (por ejemplo, vehículo terrestre, aeronave, nave espacial, embarcación). Por lo tanto, aunque el sistema de comunicaciones de implementaciones de ejemplo puede mostrarse y describirse como que incluye uno o más "satélites", el término puede usarse más ampliamente para incluir uno o más aparatos de retransmisión y distribución.

40 La Figura 1 ilustra un sistema 100 de comunicaciones por satélite de acuerdo con un ejemplo de implementación de la presente divulgación. Como se muestra, el sistema de comunicaciones por satélite puede incluir un satélite 102 configurado para proporcionar comunicación de datos entre las estaciones 104, 106 terrestres. En otros ejemplos, el satélite puede configurarse para proporcionar comunicación de datos entre cualquier combinación de cualquier número de estaciones terrestres, otros satélites u otras ubicaciones estacionarias o móviles en o sobre un objeto astronómico giratorio como la Tierra.

45 El satélite 102 puede incluir una carcasa 108 en la cual se pueden montar una o más antenas 110, paneles 112 solares y similares. Las antenas pueden estar configuradas para recibir haces 114 de enlace ascendente, tal como a partir de una estación 104 terrestre (u otro transmisor), y transmitir haces 116 de enlace descendente, tal como a otra estación 106 terrestre (u otro receptor). Las antenas pueden ser de cualquiera de diversos tipos diferentes de antenas apropiadas para su uso en un satélite 102. Los ejemplos de tipos adecuados de antenas incluyen antenas digitales o analógicas que forman haces que tienen cualquier número de elementos de transmisión o recepción por dirección de manera independiente. Y ejemplos adecuados de este tipo de antenas incluyen antenas de disco de haz puntual,

antenas de alimentación de haz múltiple, antenas de matriz de radiación directa, antenas reflectoras de matriz en fase y similares.

5 La carcasa 108 del satélite 102 puede contener diversos componentes electrónicos configurados para procesar haces 114 de enlace ascendente recibidos a través de las antenas 110, y configurados para generar haces 116 de enlace descendente para transmisión a través de las antenas. A este respecto, la carcasa puede contener una carga útil que incluye uno o más transpondedores configurados para conmutar y enrutar en subcanal haces de enlace ascendente a haces de enlace descendente.

10 Los paneles 112 solares montados en la carcasa 108 pueden ser un ejemplo de una fuente de energía para proporcionar energía para el funcionamiento de los diversos componentes electrónicos en la carcasa. En algunos ejemplos, el satélite 102 puede incluir una batería en la carcasa o utilizar una o más fuentes de energía o diversas combinaciones de fuentes de energía para proporcionar energía para el funcionamiento de la electrónica en la carcasa.

15 La Figura 2 ilustra un diagrama de bloques de un transpondedor 200 que en algunos ejemplos puede corresponder a un transpondedor encontrado en la carga útil de un satélite tal como el satélite 102 de la Figura 1. El transpondedor incluye una serie de componentes configurados para realizar operaciones para llevar a cabo los del transpondedor. Pero debe notarse que la Figura 2 no pretende implicar limitaciones físicas o arquitectónicas de implementaciones de ejemplo del transpondedor. A este respecto, el transpondedor puede incluir otros componentes además de, en lugar de o ambos además de y en lugar de uno o más de los que se ilustran en la Figura 2. Algunos componentes pueden ser innecesarios en algunas implementaciones de ejemplo. También debe entenderse que las operaciones de algunos de los componentes pueden combinarse funcionalmente o dividirse entre uno o más componentes en diferentes implementaciones de ejemplo.

20 Como se muestra, el transpondedor 200 puede incluir una pluralidad de segmentos 202 de transpondedor conectados a un plano 204 posterior configurado para proporcionar una conexión para la comunicación de señales digitales entre y en medio de los segmentos de transpondedor, y el cual en algunos ejemplos puede implementarse como parte de una carcasa configurada para contener los segmentos de transpondedor. En algunos ejemplos, los segmentos de transpondedor pueden implementarse en placas de circuito respectivas que pueden conectarse al plano posterior para conectar los segmentos de transpondedor a través del plano posterior. A este respecto, los segmentos de transpondedor pueden implementarse como bloques de construcción modulares; y diferentes versiones del transpondedor pueden proporcionar una capacidad de procesamiento diferente al conectar un número apropiado de segmentos de transpondedor al plano posterior.

25 Como se describe a continuación, cada uno de los segmentos de transpondedor puede incluir diversos componentes. Estos componentes se pueden implementar de diversas maneras diferentes. En algunos ejemplos, los componentes de un segmento de transpondedor pueden implementarse mediante una circuitería montada en una placa de circuito del segmento de transpondedor. Esta circuitería puede estar compuesta por una colección de circuitos electrónicos, algunos de los cuales pueden estar empaquetados como un circuito integrado o múltiples circuitos integrados interconectados (un circuito integrado a veces más comúnmente denominado como "chip"). El(los) circuito(s) integrado(s) puede(n) incluir cualquiera de diversos tipos diferentes de circuitos integrados de señal analógica, digital y/o mixta (analógica y digital). Los ejemplos de tipos adecuados de circuitos integrados incluyen un procesador de propósito general, memoria por dirección por contenido, procesador de señal digital (DSP), circuito integrado de aplicación específica (ASIC), matriz de puerta programable de campo (FPGA), cualquier dispositivo lógico programable adecuado, puerta discreta o lógica de transistor, componentes de hardware discretos o cualquier combinación de los mismos.

30 Ahora se describirá con mayor particularidad un segmento 202 de transpondedor de los segmentos de transpondedor del transpondedor 200. Debe entenderse que cada uno de los otros segmentos de transpondedor puede implementarse de manera similar y puede tener configuraciones de hardware idénticas. Como se muestra, el segmento 202 de transpondedor puede incluir una porción 206 analógica y una porción 208 de procesamiento digital. A continuación se describen diversos componentes y funcionalidades de la porción analógica y la porción digital. Otros componentes y funcionalidades posibles se describen en la aplicación '449 mencionada anteriormente.

35 La porción 206 analógica puede a su vez incluir uno o más de cada uno de una serie de componentes que incluyen un extremo 210 frontal analógico (AFE), un convertidor 212 analógico a digital (ADC), un convertidor 214 digital a analógico (DAC) y un extremo 216 posterior analógico (ABE). El AFE puede configurarse para recibir una entrada analógica que incluya datos de usuario, y el AFE puede recibir esta entrada analógica a partir de una o más antenas 218 de recepción. Estas antenas de recepción a veces se pueden denominar antenas de enlace ascendente e incluyen cualquier número y tipo de antenas apropiados en un satélite configurado para recibir haces de datos de usuario de enlace ascendente como entrada analógica en el extremo frontal analógico. Y el ADC puede configurarse para convertir esta entrada analógica en señales digitales, incluidos los datos de usuario para su procesamiento por la porción 208 de procesamiento digital.

40 La porción 208 de procesamiento digital puede incluir uno o más de cada uno de una serie de componentes que incluyen un canalizador 220 digital configurado para procesar las señales digitales proporcionadas por el ADC 212 para generar una pluralidad de segmentos de frecuencia de datos de usuario, y un combinador 222 digital configurado para ensamblar los segmentos de frecuencia para formar subbandas de salida de datos de usuario para procesamiento

por el DAC 214 y el ABE 216. Y acoplado a y entre el canalizador digital y el combinador digital, la porción de procesamiento digital puede incluir un conmutador 224 digital configurado para enrutar los segmentos de frecuencia generados por el canalizador digital al combinador digital. El conmutador digital también puede configurarse para enrutar los segmentos de frecuencia generados por su canalizador digital a combinadores digitales en otros segmentos de transpondedor. Del mismo modo, el conmutador digital puede configurarse para enrutar segmentos de frecuencia generados por canalizadores digitales en otros segmentos de transpondedor a su combinador digital.

El DAC 214 puede configurarse para recibir las subbandas de salida del combinador 222 digital, y convertir las subbandas de salida en una salida analógica que incluye los datos de usuario. El ABE 216 puede configurarse para transmitir la salida analógica a través de una o más antenas 226 de transmisión. Estas antenas de transmisión pueden en ocasiones denominarse antenas de enlace descendente e incluir cualquier número y tipo de antenas apropiados en un satélite configurado para transmitir una salida analógica a partir del extremo posterior analógico como haces de enlace descendente.

La porción 206 analógica y la porción 208 de procesamiento digital pueden configurarse para proporcionar procesamiento para datos de usuario a través de un conjunto continuo de frecuencias que abarcan un cierto ancho de banda, con las frecuencias en ocasiones denominadas frecuencias de interfaz. En algunos ejemplos, el ancho de banda (y, por lo tanto, las frecuencias de interfaz) puede dividirse arbitrariamente en una pluralidad de porciones, cada una de las cuales puede ser en sí misma un ancho de banda (para una pluralidad de anchos de banda sobre los cuales se extienden las frecuencias de interfaz respectivas). En relación con el AFE 210, el ancho de banda y las frecuencias de interfaz, o porciones del ancho de banda y las frecuencias de interfaz dentro de las cuales se puede dividir el ancho de banda, a veces pueden denominarse uno o más primeros anchos de banda y primeras frecuencias de interfaz. Y en relación con el ABE 216, el(los) ancho(s) de banda y las frecuencias de interfaz pueden en ocasiones denominarse uno o más segundos anchos de banda y segundas frecuencias de interfaz.

En algunos ejemplos, la porción 206 analógica puede configurarse selectivamente para diferentes primeros anchos de banda/frecuencias de interfaz y/o segundos anchos de banda diferentes/frecuencias de interfaz sin cambiar su configuración de hardware, o la configuración de hardware de su AFE 210 y/o ABE 216. Por ejemplo, la porción analógica puede configurarse selectivamente para anchos de banda primero y/o segundo de 500 MHz, 250 MHz, 125 MHz u otros anchos de banda o combinaciones de anchos de banda, y para cualquier número de frecuencias de interfaz diferentes que abarquen el ancho de banda configurado. Para un primer y/o segundo ancho de banda de 500 MHz, por ejemplo, la porción analógica puede configurarse selectivamente para las frecuencias de interfaz primera y/o segunda de cualquiera de 83-583 MHz, 750-1250 MHz, 1416-1916 MHz u otras frecuencias de interfaz que abarcan un ancho de banda de 500 MHz. Y continuando con el ejemplo, la porción analógica puede configurarse selectivamente para recibir el ancho de banda y las frecuencias de interfaz que la abarcan en cualquiera de diversas porciones diferentes, tal como una porción de 500 MHz (un primer ancho de banda), dos porciones de 250 MHz (dos primeros anchos de banda), una porción de 250 MHz y dos porciones de 125 MHz (tres primeros anchos de banda), cuatro porciones de 125 MHz, o similares.

En algunos ejemplos más particulares, la porción 206 analógica y la porción 208 de procesamiento digital pueden configurarse para proporcionar procesamiento para frecuencias de interfaz que abarcan N unidades de frecuencia (por ejemplo, MHz) de ancho de banda. En estos ejemplos, el AFE 210 puede incluir n puertos de entrada, y el ABE 216 puede incluir m puertos de salida, donde n y m pueden ser el mismo número o diferentes números de puertos. Y aquí, la porción analógica puede configurarse para permitir una selección flexible de los anchos de banda y/o frecuencias de interfaz para los n puertos de entrada y m puertos de salida.

Además de los ejemplos mencionados anteriormente, las N unidades de frecuencia (por ejemplo, MHz) de ancho de banda pueden dividirse arbitrariamente en los n puertos de entrada del AFE 210, y también pueden dividirse arbitrariamente en los m puertos de salida del ABE 216. De esta manera, cada uno de los n puertos de entrada puede proporcionar N/n unidades de frecuencia de ancho de banda, y cada uno de los m puertos de salida puede proporcionar N/m unidades de frecuencia de ancho de banda. Cada uno de los n puertos de entrada puede configurarse para proporcionar el mismo o diferente ancho de banda que cada uno de los m puertos de salida. Por lo tanto, en un ejemplo en el cual la porción 206 analógica y la porción 208 de procesamiento digital están configuradas para proporcionar procesamiento para 500 MHz de ancho de banda, la porción analógica puede incluir un puerto de entrada de 500 MHz ($n = 1$) y un puerto de salida de 500 MHz ($m = 1$). En otros ejemplos, la porción analógica puede incluir dos puertos de entrada de 250 MHz ($n = 2$) y dos puertos de salida de 250 MHz ($m = 2$), cuatro puertos de entrada de 125 MHz ($n = 4$) y cuatro puertos de salida de 125 MHz ($m = 4$), u otro número de puertos de entrada y puertos de salida donde el ancho de banda total de todos los puertos de entrada es de 500 MHz, y el ancho de banda total de todos los puertos de salida es de 500 MHz.

En la porción 208 de procesamiento digital, el canalizador 220 digital puede configurarse para procesar las señales digitales derivadas de la entrada analógica para generar segmentos de frecuencia, los cuales el conmutador 224 digital puede luego configurar para enrutar a partir del canalizador digital al combinador 222 digital. Ejemplos de tipos adecuados de conmutadores digitales incluyen un conmutador de barra transversal, una red de conmutación de etapa múltiple o similares. Un conmutador de barra transversal a veces se puede denominar conmutador de punto de cruz, conmutador de punto cruzado o conmutador de matriz; y en algunos ejemplos, un conmutador de barra transversal puede implementarse como un conjunto de conmutadores individuales dispuestos en una matriz.

Una red de conmutación de etapa múltiple puede incluir grupos de conmutadores (por ejemplo, conmutadores de barra cruzada) dispuestos en una pluralidad de etapas, tal como en una red de conmutación de etapa múltiple. Como se muestra en algunos ejemplos, luego, el conmutador 224 digital puede incluir una red de conmutación de etapa múltiple tal como una red de conmutación Clos con conmutadores 228 de etapa de entrada, conmutadores 230 de etapa intermedia y conmutadores 232 de etapa de salida. En algunos ejemplos, los conmutadores de las diversas etapas pueden denominarse simplemente conmutadores de entrada, conmutadores intermedios y conmutadores de salida. En un segmento 202 de transpondedor y a través de los segmentos de transpondedor, los segmentos de frecuencia de datos de usuario pueden ser enrutados por los conmutadores de etapa de entrada a partir del canalizador 220 digital a los conmutadores de etapa intermedia, a partir de los conmutadores de etapa intermedia a los conmutadores de etapa de salida, y a partir de los conmutadores de etapa de salida al combinador 222 digital.

Las porciones de frecuencia de datos de usuario enrutadas hacia o a partir de diversos conmutadores de etapa de un segmento 202 de transpondedor pueden enrutarse dentro del transpondedor, así como a través del plano 204 posterior hacia o a partir de otros de los segmentos de transpondedor. Así, por ejemplo, los conmutadores 228 de etapa de entrada de un segmento de transpondedor pueden configurarse para enrutar segmentos de frecuencia a partir del canalizador 220 digital a los conmutadores 230 de etapa intermedia dentro del segmento de transpondedor, y a través del plano posterior a los conmutadores de etapa intermedia de otros de los segmentos de transpondedor. Los conmutadores de etapa intermedia se pueden configurar para enrutar segmentos de frecuencia a partir de los conmutadores de etapa de entrada dentro del segmento de transpondedor, y a través del plano posterior a partir de los conmutadores de etapa de entrada de otros de los segmentos de transpondedor; y enrutar estos segmentos de frecuencia a los conmutadores 232 de etapa de salida dentro del segmento de transpondedor, y a través de los conmutadores de etapa de salida de otros de los segmentos de transpondedor. Y los conmutadores de etapa de salida pueden configurarse para enrutar segmentos de frecuencia a partir de los conmutadores de etapa intermedia dentro del segmento de transpondedor, y a través del plano posterior a partir de los conmutadores de etapa intermedia de otros segmentos de transpondedor; y enrutar estos segmentos de frecuencia al combinador 222 digital.

En algunos ejemplos, el conmutador 224 digital puede configurarse para enrutar segmentos de frecuencia de datos de usuario a partir del canalizador 220 digital al combinador 222 digital de una manera reorganizable sin bloqueo (RANB). A este respecto, los segmentos de frecuencia proporcionados en cualquier entrada al conmutador digital pueden ser enrutados por el conmutador digital a cualquier entrada del combinador digital, pero hacerlo puede requerir reorganizar una o más conexiones existentes entre el canalizador digital y el combinador digital a través del conmutador digital. En algunos ejemplos, el conmutador digital puede implementarse de tal manera que cualquier entrada no utilizada en los conmutadores 228 de etapa de entrada pueda conectarse a cualquier salida no utilizada en los conmutadores 232 de etapa de salida para enrutar segmentos de frecuencia a partir del canalizador digital al combinador digital con o sin tener que reorganizar las conexiones existentes.

Como se explicó en la sección de antecedentes anterior, en los casos en los cuales se reorganiza una conexión a través de una red de conmutación de etapa múltiple, las redes convencionales configuran una conexión redundante entre la entrada y la salida de la conexión (hacer – antes de - romper). Pero esto indeseablemente aumenta la complejidad del algoritmo de acuerdo con el cual se controlan la red y las conexiones a través de la red, y reduce la capacidad de la red. Las implementaciones de ejemplo de la presente divulgación proporcionan, por lo tanto, una técnica mejorada (sincronización propagada) para la reorganización del conmutador 224 digital (un conmutador alojado por satélite) sin ninguna pérdida de comunicación a través de la conexión (sin impacto), y sin requerir una conexión redundante.

De acuerdo con implementaciones de ejemplo, los mapas pueden especificar rutas o conexiones a través de la red de conmutación de etapa múltiple del conmutador 224 digital. Más específicamente, por ejemplo, un mapa puede especificar mapeos de tráfico a través de cada uno (por ejemplo, entradas a salidas de cada uno) de los conmutadores 228 de etapa de entrada de la red de conmutación de etapa múltiple, conmutadores 230 de etapa intermedia y conmutadores 232 de etapa de salida. Puede haber una pluralidad de mapas disponibles, y cada uno puede indicarse mediante datos de selección de mapa. Por ejemplo, los datos de selección de mapa pueden incluir un solo bit que indica uno de dos mapas (por ejemplo, bit 0 = mapa A; bit 1 = mapa B), dos bits que indican uno de hasta cuatro mapas (por ejemplo, bits 00 = mapa A; bits 01 = mapa B; bits 10 = mapa C; bits 11 = mapa D), o similares.

También de acuerdo con implementaciones de ejemplo, la red de conmutación de etapa múltiple del conmutador 224 digital puede configurarse para enrutar los segmentos de frecuencia a partir del canalizador 220 digital al combinador 222 digital de acuerdo con cualquier mapa seleccionado de una pluralidad de mapas disponibles. A este respecto, el segmento 202 de transpondedor puede incluir además un selector 234 de mapa configurado para comunicar datos de selección de mapa que indican un mapa seleccionado de la pluralidad de mapas, y una memoria 236 de configuración configurada para almacenar la pluralidad de mapas disponibles. El canalizador digital puede configurarse para recibir e insertar los datos de selección de mapa en la pluralidad de segmentos de frecuencia en banda con los datos de usuario del mismo. La memoria de configuración puede configurarse para recibir los datos de selección de mapa a partir del selector de mapa y, en respuesta a ello, comunicar datos de mapa que incluyen el mapa seleccionado para su recepción por la red de conmutación de etapa múltiple. Y la red de conmutación de etapa múltiple puede configurarse para interpretar los datos de selección de mapa insertados y enrutar los segmentos de frecuencia a través de la red de conmutación de etapa múltiple de acuerdo con el mapa seleccionado.

Las Figuras 3 y 4 ilustran disposiciones que, en algunos ejemplos, las implementaciones de la presente divulgación pueden corresponder a diversos componentes del transpondedor que se muestran en la Figura 2. Estos ejemplos se describirán en el contexto de dos mapas disponibles denominados mapas A y B, aunque debe entenderse que las implementaciones de ejemplo de la presente divulgación pueden acompañar a más de dos mapas.

5 La Figura 3 ilustra una disposición 300 que en algunos ejemplos puede corresponder al selector 234 de mapa y la memoria 236 de configuración que se muestra en la Figura 2. Como se muestra, la disposición puede incluir un selector 302 de mapas (por ejemplo, el selector 234 de mapa) configurado para comunicar datos de selección de mapa que indican un mapa seleccionado de una pluralidad de mapas. El selector de mapa puede estar acoplado a una memoria 304 de configuración (por ejemplo, memoria 236 de configuración) configurada para almacenar la pluralidad de mapas disponibles, que se muestran por ejemplo como el mapa A 306a y el mapa B 306b.

10 En algunos ejemplos, la disposición 300 puede emplear una serie de tácticas de diseño diseñadas para aumentar la robustez de la disposición para su uso a bordo de un satélite de comunicaciones desplegado en el duro entorno del espacio. Como se muestra, el selector 302 de mapas puede ser tolerante a fallas, y en algunos ejemplos incluye una pluralidad de lógica redundante, tal como circuitos T 308 basculantes acoplados a la lógica 310 de votación. La memoria de configuración puede ser una memoria de configuración tolerante a fallas que incluye uno o más mecanismos 312 de protección para los mapas almacenados en ella, tales como detección y corrección de errores de memorias protegidas (EDAC), lógica de autocomprobación incorporada (BIST) o similares.

15 Los circuitos T 308 basculantes pueden configurarse para recibir una señal de entrada (por ejemplo, estrobo de mapa) que indica un mapa deseado y emitir datos de selección de mapa respectivos. La lógica 310 de votación puede configurarse para recibir los datos de selección de mapa respectivos y emitir los datos de selección de mapa coherentes con la mayoría de los datos de selección de mapa respectivos. Como se indicó anteriormente, en algunos ejemplos, los datos de selección de mapa pueden incluir un solo bit que indica uno de dos mapas (por ejemplo, bit 0 = mapa A; bit 1 = mapa B), dos bits que indican uno de hasta cuatro mapas (por ejemplo, bits 00 = mapa A; bits 01 = mapa B; bits 10 = mapa C; bits 11 = mapa D), o similares. La lógica de votación puede enviar los datos de selección del mapa a un canalizador digital como se indicó anteriormente y se describe más detalladamente a continuación. La lógica de votación también puede enviar los datos de selección de mapa a la memoria 304 de configuración y un multiplexor 314 acoplado a una salida de la memoria de configuración. En respuesta, la memoria de configuración puede enviar mapas A y B 306a, 306b al multiplexor, el cual puede seleccionar y enviar datos del mapa, incluido el seleccionado de los mapas indicados por los datos de selección del mapa. Estos datos de mapa se pueden comunicar a la red de conmutación de etapa múltiple de un conmutador digital como se indicó anteriormente y se describe más detalladamente a continuación.

20 La Figura 4 ilustra una disposición 400 que incluye uno o más de cada uno de un plano 402 posterior, un canalizador 404 digital, un combinador 406 digital y un conmutador 408 digital de un segmento de transpondedor, el cual en algunos ejemplos puede corresponder a los respectivos del plano 204 posterior, el canalizador 220 digital, el combinador 222 digital y el conmutador 224 digital que se muestran en la Figura 2. Como se muestra, el conmutador digital puede incluir una red de conmutación de etapa múltiple, tal como una red de conmutación Clos con conmutadores 410 de etapa de entrada (por ejemplo, conmutadores 228 de etapa de entrada), conmutadores 412 de etapa intermedia (por ejemplo, conmutadores 230 de etapa intermedia) y conmutadores 414 de etapa de salida (por ejemplo, conmutadores 232 de etapa de salida). Nuevamente, en el segmento de transpondedor y a través de los segmentos de transpondedor a través de la placa posterior, los segmentos de frecuencia de los datos de usuario pueden ser enrutados por los conmutadores de entrada a partir del canalizador digital a los conmutadores de etapa intermedia, a partir de los conmutadores de etapa intermedia a los conmutadores de etapa de salida, y a partir de los conmutadores de etapa de salida al combinador digital.

25 Como se muestra en la Figura 4, por ejemplo, el canalizador 404 digital puede incluir lógica 418 de segmento de frecuencia, empaquetador 420 y selección 422 de mapa. La lógica de frecuencia puede configurarse para generar una pluralidad de segmentos de frecuencia de datos de usuario. El empaquetador – que se muestra en la Figura 4 como un empaquetador de transmisión (Tx): puede configurarse para empaquetar la pluralidad de segmentos de frecuencia de datos de usuario con una estructura de marco particular para producir un marco de datos de usuario (que incluyen en algunos ejemplos marcos múltiples). La lógica de selección de mapa puede configurarse para recibir datos de selección de mapa, tales como a partir de un selector de mapa (por ejemplo, el selector 234 de mapa), y transmitir los datos de selección de mapa al empaquetador para su inserción en el marco en banda con los datos de usuario del mismo (es decir, del marco).

30 En algunos ejemplos, el canalizador 404 digital también puede incluir un serializador que se muestra en la Figura 4 como un serializador/deserializador Tx (SERDES) 424. El serializador se puede configurar para serializar el marco de datos de usuario o convertirlo de una forma paralela a una forma en serie para su transmisión a la red 408 de conmutación de etapa múltiple. Como se usa en este documento, el término SERDES puede implicar que el deserializador incluya la funcionalidad de un serializador y un deserializador, y en algunos ejemplos se puede emplear un componente con ambas funcionalidades como el deserializador.

35 En la red 408 de conmutación de etapa múltiple, cada uno de sus conmutadores 410 de etapa de entrada, conmutadores 412 de etapa intermedia y conmutadores 414 de etapa de salida pueden incluir un deserializador 426,

desempaquetador 428, conmutador 430 de barra transversal, lógica 432 de selección de mapa, empaquetador 434 y serializador 436. En un conmutador de etapa de entrada, el deserializador – que se muestra en la Figura 4 como SERDES de recepción (Rx) - se pueden configurar para deserializar el marco de datos de usuario del canalizador 404 digital, o de lo contrario convertirlo de su forma en serie a una forma paralela. El desempaquetador (que se muestra en la Figura 4 como un empaquetador Rx) puede configurarse para extraer los datos de selección de mapa a partir del marco de datos de usuario, y desempaquetar el marco para producir una segunda pluralidad de segmentos de frecuencia de datos de usuario.

Continuando en el conmutador de etapa de entrada, el conmutador 430 de barra transversal puede configurarse para recibir la segunda pluralidad de segmentos de frecuencia a partir del desempaquetador 428, y enrutar la segunda pluralidad de segmentos de frecuencia a través de él, tal como a partir de cualquiera de una pluralidad de puertos de entrada a cualquiera de una pluralidad de puertos de salida. La lógica 432 de selección de mapa puede configurarse para recibir los datos de selección de mapa del desempaquetador, y hacer que el conmutador de barra transversal enrute la segunda pluralidad de segmentos de frecuencia a partir de su entrada a su salida de acuerdo con el mapa seleccionado indicado por los datos de selección de mapa. El empaquetador 434 puede configurarse para empaquetar la segunda pluralidad de segmentos de frecuencia enrutados a través del conmutador de barra transversal con una estructura de marco particular para producir un segundo marco de datos de usuario. Además, el empaquetador puede configurarse para recibir los datos de selección de mapa (a partir de la lógica de selección de mapa) e insertarlos en el segundo marco en banda con los datos de usuario. Y el serializador 436 puede entonces serializar nuevamente el segundo marco de datos de usuario o convertirlo de una forma paralela a una forma en serie para su transmisión a los conmutadores en la siguiente etapa en la red 408 de conmutación de etapa múltiple, a saber, los conmutadores 412 de etapa intermedia. Los conmutadores de etapa intermedia pueden incluir componentes similares que funcionan de manera similar a los descritos anteriormente con respecto a los conmutadores 410 de etapa de entrada, y los cuales pueden enrutar marcos de datos de usuario a la última etapa de conmutadores, a saber, los conmutadores 414 de etapa de salida. Y a partir de los conmutadores de etapa de salida, los marcos de datos de usuario pueden transmitirse al combinador 406 digital. En algunos ejemplos, el empaquetador de cada conmutador de etapa de salida puede no insertar los datos de selección del mapa nuevamente en el marco ya que los datos de selección del mapa pueden no ser requeridos por el combinador digital.

Como también se muestra en la Figura 4, cada uno de los conmutadores 410 de etapa de entrada, los conmutadores 412 de etapa intermedia y los conmutadores 414 de etapa de salida pueden incluir memorias 438a, 438b de memoria de almacenamiento intermedia primera y segunda, las cuales en algunos ejemplos pueden ser memorias de almacenamiento intermedia tolerantes a fallas. Estas memorias de almacenamiento intermedias pueden funcionar para implementar múltiples almacenamiento intermedio de mapas de los mapas disponibles para facilitar que la red 408 de conmutación de etapa múltiple enrute diferentes marcos de datos de usuario de acuerdo con diferentes mapas. A este respecto, la primera memoria de almacenamiento intermedia puede configurarse para almacenar el mapa seleccionado. La segunda memoria de almacenamiento intermedia puede configurarse para almacenar otro mapa seleccionado de la pluralidad de mapas disponibles. Aquí, el otro mapa seleccionado puede almacenarse en la segunda memoria de almacenamiento intermedia ya que la pluralidad de segmentos de frecuencia se enruta a través de la red de conmutación de etapa múltiple de acuerdo con el mapa seleccionado almacenado en la primera memoria de almacenamiento intermedia. La red de conmutación de etapa múltiple puede entonces, configurarse para enrutar una pluralidad subsiguiente de segmentos de frecuencia de otros datos de usuario de acuerdo con el otro mapa seleccionado almacenado en la segunda memoria de almacenamiento intermedia, habiendo insertado el canalizador digital datos de selección de mapa que indican el otro mapa seleccionado en la subsiguiente pluralidad de segmentos de frecuencia en banda con los otros datos de usuario.

A partir de la salida de la red 408 de conmutación de etapa múltiple, el combinador 406 digital puede incluir un deserializador 440, un desempaquetador 442 y una lógica 444 de ensamblaje de frecuencia. El combinador digital puede recibir los datos de usuario en un marco y en forma en serie. El deserializador puede configurarse para deserializar el marco de datos de usuario de la red de conmutación de etapa múltiple digital, y el desempaquetador puede configurarse para desempaquetar el marco para producir nuevamente segmentos de frecuencia de datos de usuario. La lógica de ensamblaje de frecuencia puede configurarse para ensamblar los segmentos de frecuencia para formar subbandas de salida de datos de usuario. Y estas subbandas de salida pueden transmitirse, por ejemplo, a un DAC (por ejemplo, 214) y a un ABE (por ejemplo, ABE 216), tal como se describe anteriormente con respecto a la Figura 2.

La Figura 5 ilustra un diagrama de flujo que incluye diversas operaciones en un método 500 de acuerdo con aspectos de implementaciones de ejemplo de la presente divulgación. Como se muestra en los bloques 502 y 504, el método puede incluir recibir una entrada analógica que incluye datos de usuario y convertir la entrada analógica en señales digitales que incluyen los datos de usuario. El método puede incluir procesar las señales digitales para generar una pluralidad de segmentos de frecuencia de datos de usuario, y ensamblar la pluralidad de segmentos de frecuencia para formar subbandas de salida de datos de usuario, como se muestra en los bloques 506 y 508. Antes de procesar las señales digitales y entre estos y ensamblar la pluralidad de segmentos de frecuencia, el método puede incluir comunicar datos de selección de mapas que indican un mapa seleccionado de una pluralidad de mapas disponibles, y enrutar la pluralidad de segmentos de frecuencia a través de un conmutador digital que incluye una red de conmutación de etapa múltiple de acuerdo con mapa seleccionado, como se muestra en los bloques 510 y 512. A este respecto, el procesamiento de las señales digitales puede incluir recibir e insertar los datos de selección del mapa en

la pluralidad de segmentos de frecuencia en banda con los datos de usuario del mismo, como se muestra en los subbloques 506a y 506b. Y enrutar la pluralidad de segmentos de frecuencia puede incluir interpretar los datos de selección de mapa insertados en la pluralidad de segmentos de frecuencia y enrutar la pluralidad de segmentos de frecuencia a través de la red de conmutación de etapa múltiple de acuerdo con el mapa seleccionado, como se muestra en los bloques 512a y 512b.

5

Diversas modificaciones y otras implementaciones de la divulgación definida en este documento le vendrán a la mente a un experto en la técnica a la cual pertenece esta divulgación que tiene el beneficio de las enseñanzas presentadas en la descripción anterior y los dibujos asociados. Por lo tanto, debe entenderse que la divulgación no se limita a las implementaciones específicas divulgadas y que las modificaciones y otras implementaciones están destinadas a ser incluidas dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Además, aunque las descripciones anteriores y los dibujos asociados describen implementaciones de ejemplo en el contexto de ciertas combinaciones de elementos y/o funciones de ejemplo, debe apreciarse que las implementaciones alternativas pueden proporcionar diferentes combinaciones de elementos y/o funciones sin apartarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas. A este respecto, por ejemplo, también se contemplan diferentes combinaciones de elementos y/o funciones que las descritas explícitamente anteriormente, como puede definirse en algunas de las reivindicaciones adjuntas. Aunque en este documento se emplean términos específicos, se usan solo en un sentido genérico y descriptivo y no con fines de limitación.

10

15

REIVINDICACIONES

1. Un aparato que comprende:

un extremo (210) frontal analógico configurado para recibir una entrada analógica que incluye datos de usuario;

5 un convertidor (212) analógico a digital configurado para convertir la entrada analógica en señales digitales, incluidos los datos de usuario;

un canalizador (220) digital configurado para procesar las señales digitales para generar una pluralidad de segmentos de frecuencia de datos de usuario;

un combinador (222) digital configurado para ensamblar la pluralidad de segmentos de frecuencia para formar subbandas de salida de datos de usuario;

10 un conmutador (224) digital que incluye una red (408) de conmutación de etapa múltiple configurada para enrutar la pluralidad de segmentos de frecuencia a partir del canalizador (220) digital al combinador (222) digital de acuerdo con un mapa seleccionado de una pluralidad de mapas disponibles; y

15 un selector (234) de mapa configurado para comunicar datos de selección de mapa que indica el mapa seleccionado, estando configurado el canalizador (220) digital para recibir e insertar los datos de selección de mapa en la pluralidad de segmentos de frecuencia en banda con los datos de usuario del mismo, la red (408) de conmutación de etapa múltiple está configurada para interpretar los datos de selección de mapa insertados y enrutar la pluralidad de segmentos de frecuencia a través de la red de conmutación de etapa múltiple de acuerdo con el mapa seleccionado;

en donde el selector (234) de mapa incluye:

20 una pluralidad de lógica (308) redundante configurada para recibir una señal de entrada y emitir datos de selección de mapa respectivos; y

lógica (310) de votación configurada para recibir los datos de selección de mapa respectivos y generar los datos de selección de mapa consistentes con la mayoría de los datos de selección de mapa respectivos.

2. El aparato de la reivindicación 1, que comprende además:

25 una memoria (236) de configuración configurada para almacenar la pluralidad de mapas disponibles, estando configurada la memoria (236) de configuración configurada para recibir los datos de selección de mapa a partir del selector (234) de mapa, y en respuesta a este respecto, comunicar los datos de mapa, que incluyen el mapa seleccionado para su recepción por la red (408) de conmutación de etapa múltiple.

3. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en donde el canalizador (220) digital incluye:

30 lógica (418) de segmento de frecuencia configurada para generar la pluralidad de segmentos de frecuencia de datos de usuario; y

un empaquetador (420) configurado para empaquetar la pluralidad de segmentos de frecuencia de datos de usuario con una estructura de marco particular para producir un marco de datos de usuario, estando configurado el empaquetador para recibir e insertar los datos de selección de mapa dentro del marco en banda con los datos de usuario del mismo.

35 4. El aparato de la reivindicación 3, en donde la red (408) de conmutación de etapa múltiple incluye grupos de conmutadores dispuestos en una pluralidad de etapas, que incluye cada conmutador de los grupos de conmutadores:

un desempaquetador (428) configurado para extraer los datos de selección de mapa del marco de datos de usuario, y desempaquetar el marco para producir una segunda pluralidad de segmentos de frecuencia de datos de usuario;

40 un conmutador (430) de barra transversal configurado para recibir la segunda pluralidad de segmentos de frecuencia a partir del desempaquetador, y enrutar la segunda pluralidad de segmentos de frecuencia a través del mismo;

lógica (432) de selección de mapa configurada para recibir los datos de selección de mapa del desempaquetador, y hacer que el conmutador (430) de barra transversal enrute la segunda pluralidad de segmentos de frecuencia de acuerdo con el mapa seleccionado indicado por los datos de selección de mapa; y

45 un empaquetador (420) configurado para empaquetar la segunda pluralidad de segmentos de frecuencia enrutados a través del conmutador (430) de barra transversal con una estructura de marco particular para producir un segundo marco de datos de usuario, estando configurado el empaquetador (420) para recibir e insertar los datos de selección de mapa en el segundo marco en banda con los datos de usuario del mismo.

50 5. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde la red (408) de conmutación de etapa múltiple incluye grupos de conmutadores dispuestos en una pluralidad de etapas, cada conmutador de los grupos de conmutadores que incluye:

- una primera memoria (438a) de almacenamiento intermedia configurada para almacenar el mapa seleccionado; y
- una segunda memoria (438b) de almacenamiento intermedia configurada para almacenar otro mapa seleccionado de la pluralidad de mapas disponibles, el otro mapa seleccionado se almacena en la segunda memoria (438b) de almacenamiento intermedia a medida que la pluralidad de segmentos de frecuencia se enruta a través de la red (408) de conmutación de etapa múltiple de acuerdo con el mapa seleccionado almacenado en la primera memoria (438a) de almacenamiento intermedia,
- en donde la red (408) de conmutación de etapa múltiple está configurada para enrutar una pluralidad subsiguiente de segmentos de frecuencia de otros datos de usuario de acuerdo con el otro mapa seleccionado almacenado en la segunda memoria (438b) de almacenamiento intermedia, el canalizador (220) digital tiene datos de selección de mapa insertados que indican el otro mapa seleccionado en la pluralidad posterior de segmentos de frecuencia en banda con los otros datos de usuario del mismo.
6. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1-5, que comprende además:
- un convertidor (214) digital a analógico configurado para convertir las subbandas de salida en una salida analógica que incluye los datos de usuario; y
- un extremo (216) posterior analógico configurado para transmitir la salida analógica,
- en donde el extremo (210) frontal analógico está configurado para recibir la entrada analógica que incluye una primera pluralidad de anchos de banda y una primera pluralidad de frecuencias de interfaz, y
- en donde el extremo (216) posterior analógico está configurado para transmitir la salida analógica que incluye una segunda pluralidad de anchos de banda y una segunda pluralidad de frecuencias de interfaz.
7. Un método realizado en un transpondedor (200) de satélite que comprende:
- recibir, por un extremo (210) frontal analógico, una entrada analógica que incluye datos de usuario;
- convertir, mediante un convertidor (212) analógico a digital, la entrada analógica en señales digitales, que incluyen los datos de usuario;
- procesar, mediante un canalizador (220) digital, las señales digitales para generar una pluralidad de segmentos de frecuencia de datos de usuario;
- ensamblar, mediante un combinador (222) digital, la pluralidad de segmentos de frecuencia para formar subbandas de salida de datos de usuario;
- enrutar la pluralidad de segmentos de frecuencia a través de un conmutador (224) digital que incluye una red (408) de conmutación de etapa múltiple entre el procesamiento de las señales digitales y el ensamblaje de la pluralidad de segmentos de frecuencia, la pluralidad de segmentos de frecuencia se enruta a través de la red (408) de conmutación de etapa múltiple de acuerdo con un mapa seleccionado de una pluralidad de mapas disponibles; y
- comunicar, mediante un selector (234) de mapa, datos de selección de mapa que indican el mapa seleccionado,
- en donde el procesamiento de las señales digitales incluye recibir e insertar, mediante el canalizador (220) digital, los datos de selección de mapa en la pluralidad de segmentos de frecuencia en banda con los datos de usuario del mismo, y enrutar, por la red (408) de conmutación de etapa múltiple, la pluralidad de segmentos de frecuencia que incluye interpretar los datos de selección de mapa insertados en y enrutar la pluralidad de segmentos de frecuencia a través de la red (408) de conmutación de etapa múltiple al mapa seleccionado;
- en donde la comunicación de datos de selección de mapa incluye:
- recibir una señal de entrada en una pluralidad de lógica (308) redundante y emitir datos de selección de mapa respectivos a partir de los mismos; y
- recibir los datos de selección de mapa respectivos en la lógica (310) de votación y emitirlos, los datos de selección de mapa son consistentes con la mayoría de los datos de selección de mapa respectivos.
8. El método de la reivindicación 7, que comprende además:
- almacenar la pluralidad de mapas disponibles en una memoria (236) de configuración; y
- recibir los datos de selección de mapa en la memoria (236) de configuración, y en respuesta a ello, comunicar los datos de mapa que incluyen el mapa seleccionado para su recepción por la red (408) de conmutación de etapa múltiple.
9. El método de la reivindicación 7, en donde el procesamiento de las señales digitales incluye:

generar la pluralidad de segmentos de frecuencia de datos de usuario; y

empaquetar la pluralidad de segmentos de frecuencia de datos de usuario con una estructura de marco particular para producir un marco de datos de usuario, que incluye recibir e insertar los datos de selección de mapa en el marco en banda con los datos de usuario del mismo.

- 5 10. El método de la reivindicación 9, en donde la red (408) de conmutación de etapa múltiple incluye grupos de conmutadores dispuestos en una pluralidad de etapas, y para cada conmutador de los grupos de conmutadores, el enrutamiento de la pluralidad de segmentos de frecuencia incluye:

extraer los datos de selección de mapa del marco de datos de usuario, y desempaquetar el marco para producir una segunda pluralidad de segmentos de frecuencia de datos de usuario;

- 10 enrutar la segunda pluralidad de segmentos de frecuencia a través de un conmutador (430) de barra transversal;

hacer que el conmutador (430) de barra transversal enrute la segunda pluralidad de segmentos de frecuencia de acuerdo con el mapa seleccionado indicado por los datos de selección de mapa; y

- 15 empaquetar la segunda pluralidad de segmentos de frecuencia enrutados a través del conmutador (430) de barra transversal con una estructura de marco particular para producir un segundo marco de datos de usuario, que incluye recibir e insertar los datos de selección de mapa dentro del segundo marco en banda con los datos de usuario del mismo.

11. El método de cualquiera de las reivindicaciones 7-10, en donde la red (408) de conmutación de etapa múltiple incluye grupos de conmutadores dispuestos en una pluralidad de etapas, y para cada conmutador de los grupos de conmutadores, el enrutamiento de la pluralidad de segmentos de frecuencia incluye:

- 20 almacenar el mapa seleccionado en una primera memoria (438a) de almacenamiento intermedia; y

almacenar otro mapa seleccionado de la pluralidad de mapas disponibles en una segunda memoria (438b) de almacenamiento intermedia, el otro mapa seleccionado se almacena en la segunda memoria (438b) de almacenamiento intermedia a medida que la pluralidad de segmentos de frecuencia se enruta a través de la red (408) de conmutación de etapa múltiple de acuerdo con el mapa seleccionado almacenado en la primera memoria (438a) de almacenamiento intermedia,

- 25 en donde el método incluye además enrutar una pluralidad subsiguiente de segmentos de frecuencia de otros datos de usuario a través de la red (408) de conmutación de etapa múltiple de acuerdo con el otro mapa seleccionado almacenado en la segunda memoria (438b) de almacenamiento intermedia, los datos de selección de mapa que indican que el otro mapa seleccionado se ha insertado en la pluralidad subsiguiente de segmentos de frecuencia en banda con los otros datos de usuario del mismo.

- 30 12. El método de cualquiera de las reivindicaciones 7-11 realizado por un aparato configurado como una carga útil de un satélite (102) de comunicaciones.

13. El método de cualquiera de las reivindicaciones 7-12, que comprende además:

convertir las subbandas de salida en una salida analógica que incluye los datos de usuario; y

- 35 transmitir la salida analógica,

en donde recibir la entrada analógica incluye recibir la entrada analógica que incluye una primera pluralidad de anchos de banda y una primera pluralidad de frecuencias de interfaz, y

en donde transmitir la salida analógica incluye transmitir la salida analógica que incluye una segunda pluralidad de anchos de banda y una segunda pluralidad de frecuencias de interfaz.

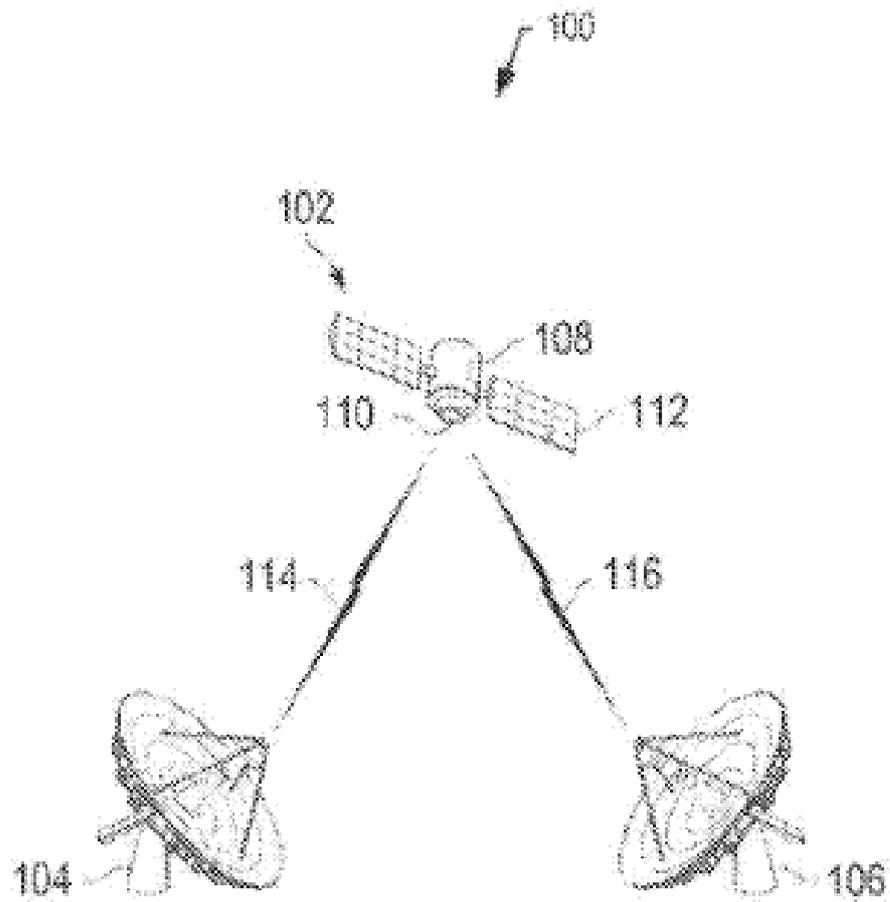


FIG. 1

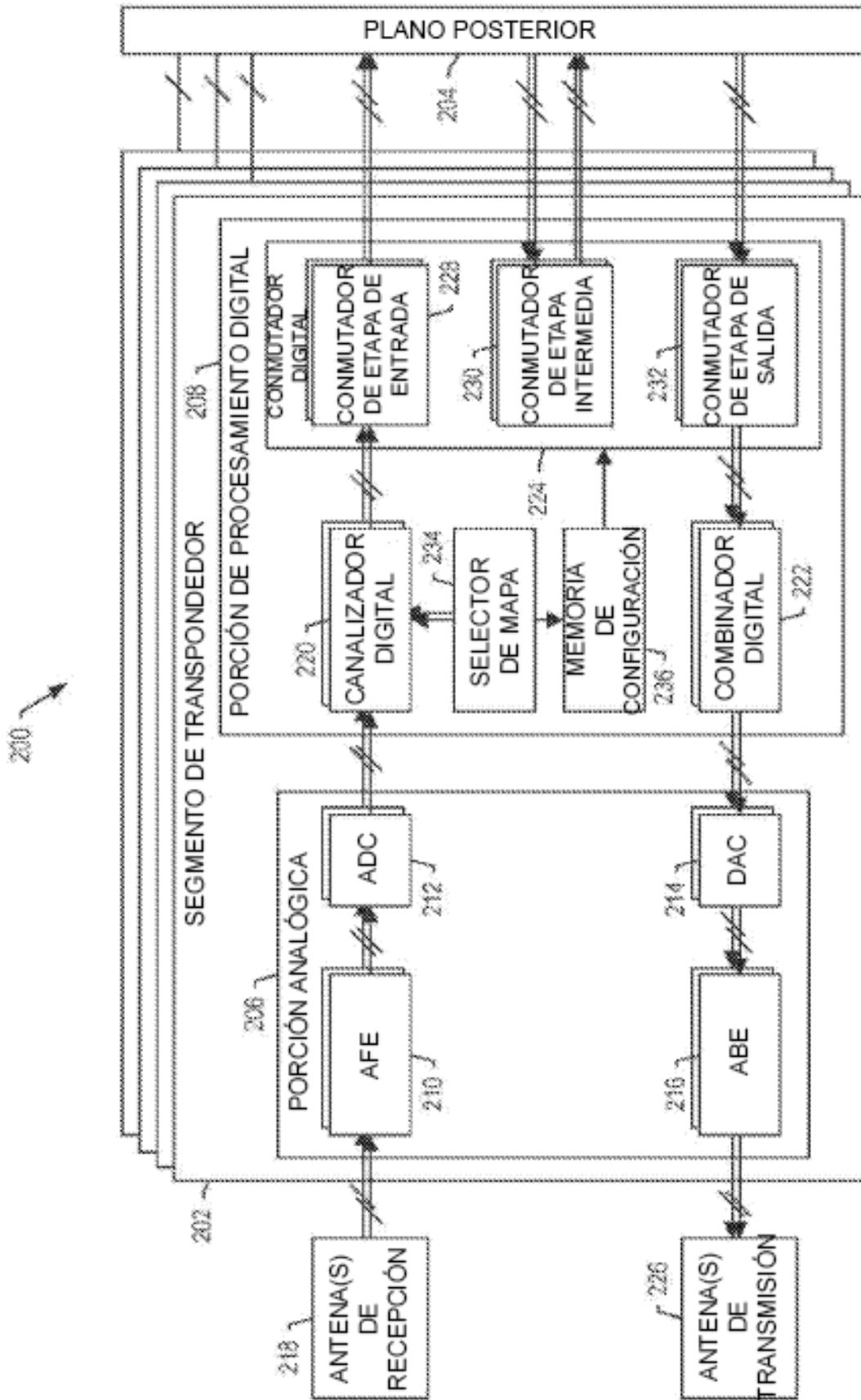


FIG. 2

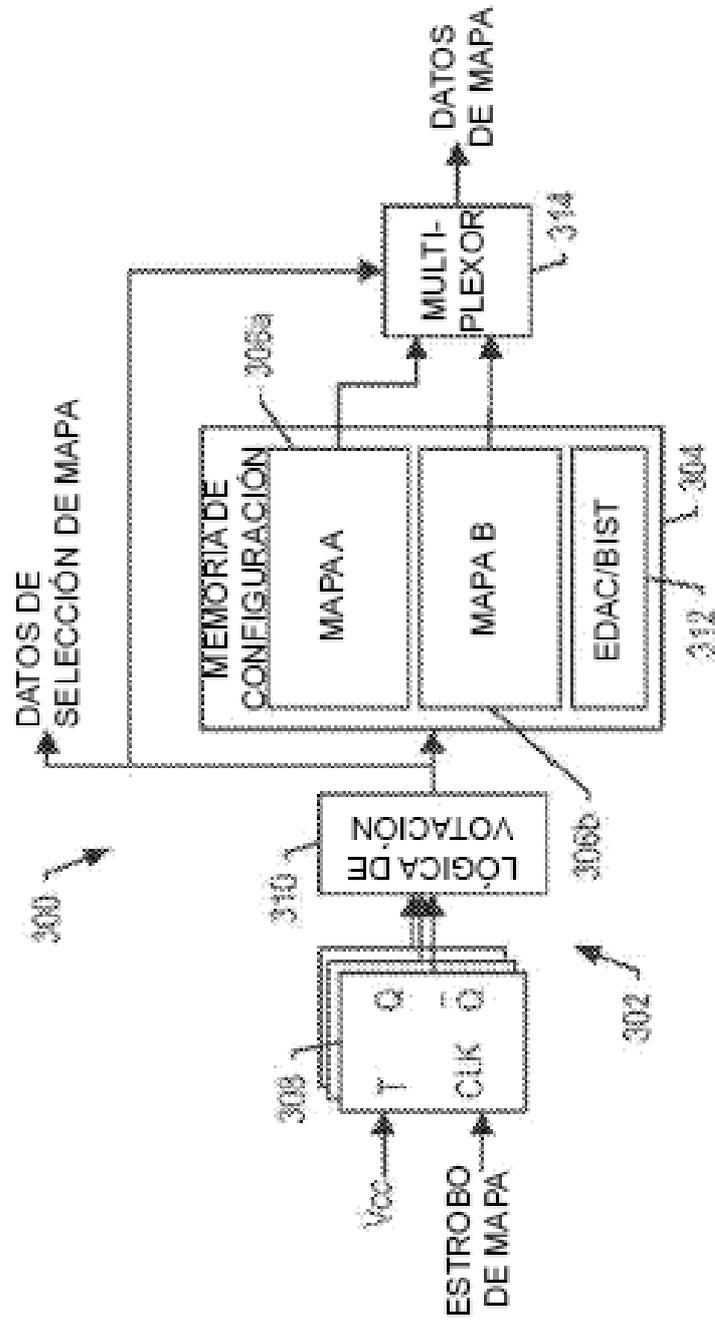


FIG. 3

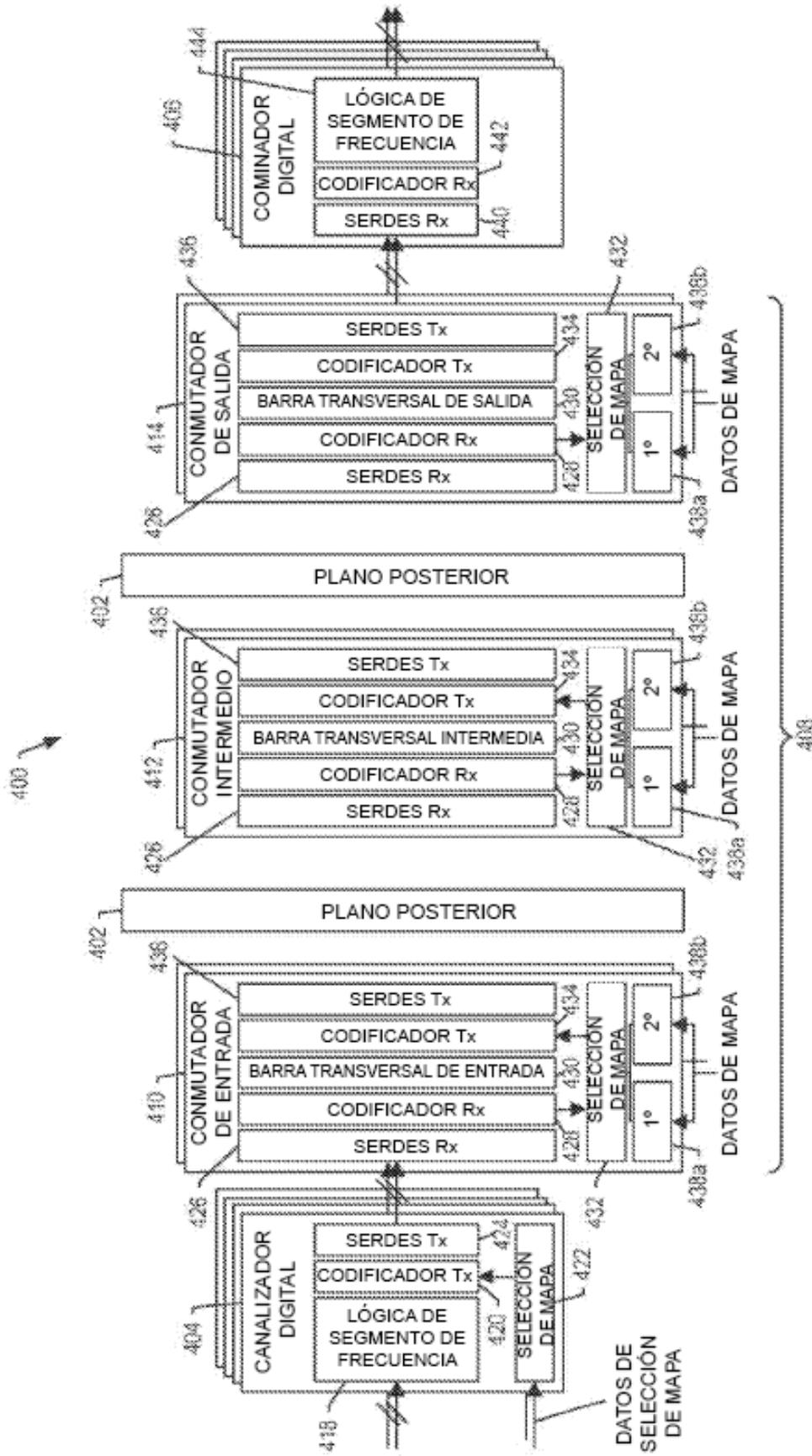


FIG. 4

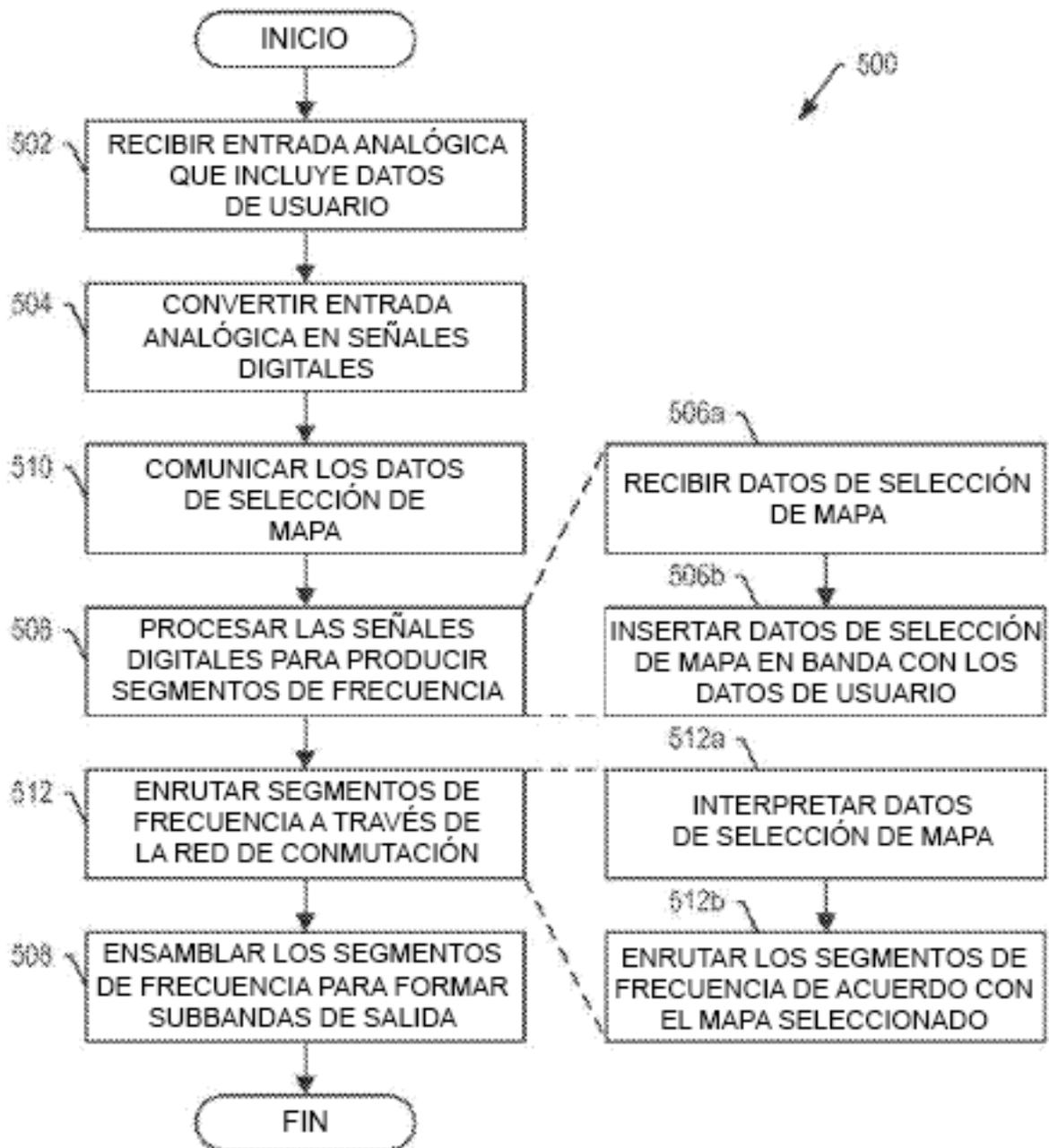


FIG. 5